

大众科学识丛

无线电电子学的世界

(苏联) 福明



科学普及出版社

大众科学讲丛

无线电电子学的世界

陈群 主编



中国工业出版社出版

大众科学译丛之 10

無線电电子学的世界

〔苏联〕 福 明 著

科学普及出版社

1958年·北京

本書提要

本書簡單扼要但又全面地介紹了無線電電子學在我們日常生活中的广泛应用。为了便于叙述，書中分成三部分來講。第一部分是無線電電子學在通信、广播方面的应用，例如無線電話、無線電報、無線電广播、电视、雷达、导航、無線電天文学等等。第二部分講無線電電子學在工業生产中的应用，例如高频淬火、高频加热。第三部分叙述無線電電子學在測量、計算、控制方面的应用，例如遙控、自动化等等。

总号：859

無線電電子學的世界

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
В НАШЕЙ ЖИЗНИ**

原著者：Б. В. ФОМИН

原出版者：ГОСТЕХИЗДАТ, 1957

譯者：朱 邦 俊

出版者：科學普及出版社

(北京市西直門外德勝門)

北京市書刊出版業營業許可證出字第091號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 西 四 印 刷 廠

(北京市西便門南大街21號)

開本：787×1092 1/32

印張：1張

1958年10月第1版

字數：39,400

1958年10月第1次印刷

印數：8,050

統一書號：13051·149

定 价：(2) 2角4分

目 次

緒言	1
無線电电子设备	2
無線电波發生器和接收器	2
电子仪器的应用	8
通信技术中的無線电电子学	10
几百万封电报	10
無線电广播	12
远距离傳送照片	13
电视	16
雷达技术	19
無線电和运输	21
無線电标向台和測向器	21
在海港里和飞机場上	24
在鉄路干綫上	26
在公路上和乡村小路上	27
無線电电子学的工业应用	29
不用火加热	29
零件的無線电淬火	31
电子仪器檢驗产品	33
無線电电子学帮助科学家	35
無線电天文学	35
無線电頻譜学	38
無線电气象学	39
电子計算机	41
科学家的电子武器	44
电子学在生物学和医学中的应用	48
自动技术和遙控技术	49
沒有舵手駕駛的艦船	49
电子自动技术	50

無線电电子学在农業中的应用	52
提高农業的产量	52
無線电向荒地进攻	53
略談未来	54
不用导綫来傳輸电能	54
用無線电操縱的火箭	55
未来的無線电电子机件	56

緒 言

無線電……这个簡短的名詞已經深入到我們的日常生活中。

自發明無線電那天起，已經過了六十多年。在这段时期中，無線電技术的發展一分鐘也沒有停止过。起初，無線電技术主要是沿着改进無線電报——借助于無線電波来發送電报信号(符号)的道路發展的。以后，無線電話和無線電广播(用無線電波將講話和音乐送往極远处)获得了广泛的应用。此后，實現了靜止圖像和活动圖像的傳送。最后，学会了借助于無線電波来測定离观测者几百公里的各种物体(艦船，飞机等等)的位置。

由于無線電技术最近十年来的發展，無線電出現了大量新的应用。按苏联有名的無線電專家 A. И. 貝尔格院士說法，这个时期是“無線電电子学时代的开端，因为正是在这几年里無線電电子学在科学、技术和国民經济的所有各个部門中获得了最广泛的应用”。

什么叫無線電电子学？这个名詞是什么意思：

“無線電电子学”这个术语包含随着無線電技术的發展而逐漸出現和改进的、現在变成独立的各个知識部門。“所有各种类型的無線電通信、無線電广播、电视、雷达、水下探測器、無線电导航、紅外綫技术、無線電天文学、無線電气象学、無線電頻譜学、無線電遙控技术、工業电子学、电子計算机、电真空技术、半导体技术等等都屬於無線電电子学。”（參閱“苏联大百科全书”）

第35卷，578頁）。

出現这么些無線電的應用，是現代社會中技術的重大進步的指標之一。目前，很難在地球上找出一個不知道什麼是無線電，並且不使用無線電電子設備的角落。除此之外，現在無線電電子學往往決定了大多數應用科學的發展速度，它使我們能按新的方法來解決技術和科學上最困難的難題。

蘇聯共產黨第二十次代表大會就 1956 年到 1960 年發展蘇聯國民經濟第六個五年計劃所頒佈的指令，規定蘇聯要進一步地把無線電電子學用到科學、技術和國民經濟中去。

在五年之內，將在無線電電子學的基礎上普遍實現大量複雜生產過程的機械化和自動化。

無線電收音機、電視接收機、無線電測量儀器和無線電電子管的生產將大大增加。蘇聯將建成不下 30 個生產無線電電子儀器的儀表製造工廠，不下 75 個新的電視中心將開始正式的廣播，長 10,000 公里的無線電接力通信線路將開始使用。

蘇聯無線電電子工業的科學家和工人們，正順利地在完成這個宏偉的計劃。

上面已經講過組成無線電電子管的許多部門。在這本薄薄的小冊子中，不可能詳細地敘述各個部門的發展和成就的特點。因此，我們首先來談一談無線電電子學各個部門共同的問題，我們將指出現代的無線電電子學正沿着什麼方向發展，然後講一講無線電電子學的各項成就怎樣應用在我們的生活中。

無線電電子設備

無線電波發生器和接收器

杰出的英國科學家馬克斯威爾於 1873 年發表了一篇引起

各国科学家注意的“論电和磁”的文章。馬克斯威尔在法拉第、湯姆生和其他科学家所作的物理实验的基础上，用数学証明出：任何金屬导綫中流过交流电的时候，便会朝空間輻射电磁波。这些波以光速(每秒鐘 300,000 公里)傳播开去，并具有跟光綫相同的特性。对于电磁波來說，有着“不透明”的物体——金屬(它能吸收和反射电磁波)。其余的物体，例如絕緣体，对于电磁波来说是“透明的”，几乎并不产生任何阻碍。馬克斯威尔断定电磁波是拥有一定能量的、相互作用的电力和磁力的总和。

許多科学家怀疑馬克斯威尔的理論。过了 15 年以后，德国的科学家亨利·赫芝才在自己的實驗室中获得了电磁波，并在 3 米以內的距离上發現了它們。但是赫芝沒有預料到实际应用电磁波的可能性。

1895 年 5 月 7 日俄国杰出的科学家 A. C. 波波夫表演了世界上第一架無綫电接收机，并講出了他的愿望：“这架接收机經過进一步的改进以后，借助于迅速的电振荡可以將信号送往远处”。这一点的确实現了：不到一年，A. C. 波波夫和他的助手 П. Н. 雷布金就于 1896 年 3 月 24 日在相隔 250 米的距离上建立了無綫电通信，并發出了世界上第一个無綫电报。無綫电开始为人类服务了。

从这时候起，已經过了六十多年。在这段時間內，科学家把电磁波这门科学向前大大推进了一步。他們証明不但無綫电波是电磁波，而且可見光、热射綫和 X 射綫也是电磁波，它們之間只是波長或頻率不同。电磁波中波長最長的是無綫电波——从几毫米到好几千米。

随着無綫电技术的发展，获得(或者产生)無綫电波的方法也改进了。如果在最早的一些發生器中，無綫电波是由于电火

花跳过球狀放电器而产生的，那末以后便开始借助于几十种其他的更完善的設備来获得無線电波了。

讓我們簡扼地來談一談現代的無線电波發生器的構造。

所謂振蕩回路是任何一种無線电波發生器的基本部分，它

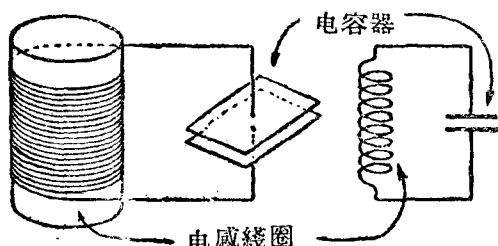


圖 1 振蕩回路的外形和接綫圖。

是由用導綫繞成的电感綫圈和电容器(圖 1)兩個主要部分組成的。

电容器是被絕緣層(云母、紙或者空气)隔

开的兩塊金屬片。这个仪器具有奇妙的能力：它能把电能儲藏起来(在它的兩塊金屬片上可以聚集起兩種电荷，在一塊上是正电荷，在另一塊上是負电荷)。各个电容器的电容量(在电容器中容納电荷的能力)互不相同。兩塊金屬片的面积愈大，它們相互之間靠得愈近，那末电容器能够儲藏的能量就愈多。

电感綫圈的外形很像一軸紗綫，但是这里在綫架上繞的不是紗綫，而是被复有絕緣物的金屬導綫。如果电流流过这种綫圈，那末在綫圈的周圍便出現很强的磁場。

在振蕩回路中，电子在振蕩着。为了产生振蕩，必須“推动”电子，供給它們某些能量。如果突然把电池接在电容器上，就能做到这一点。电容器充了电，在其中一塊金屬片上将有多余的电子，而在另一塊上則會發生电子不足的现象；在兩塊金屬片之間形成了电場，而由电池获得的能量就儲藏在电場中。

电容器充电以后，在其中一塊金屬片上多余的电子立刻通过綫圈奔向另一塊金屬片。在振蕩回路中便出現了电流。

虽然线圈是用金属导线绕成的，但是它却对通过其中的电流呈现强烈的反作用（流过其中的电流增大时，它不让电流增大；电流减小时，不让电流减小——译者）。在线圈绕匝的周围形成了磁场，电容器充电时所获得的一部分能量便储藏在磁场中。因为有磁场，所以当电容器完全放电后，回路中仍有电流流动。电流将按原来的方向流动，但是它已经不是由电容器的能量产生的了，而是由储藏在线圈中的能量产生的。当线圈放出它的能量的时候，它的磁场便消失，而振荡回路的电容器又重新充上了电，但是这次却是原来电子不足的那块金属片有了多余电子。

重新充过电的电容器又开始通过线圈而放电，电振荡回路中又出现了电流，但是方向相反。

这样，在振荡回路中，几百万个电子产生了振荡。这些振荡一直继续到电容器在充电的时候所储藏起来的全部能量耗尽，在使导线发热和其他的损耗上为止。

为了维持这个“电钟摆”中的振荡，必须跟电容器“再充电”的振荡相合拍地补充“电钟摆”中能量的损耗。任何机械设备都不能应付这个工作，因为它们无法保证在1秒钟内转换几十万次。只有发明了无线电子管，我们才能做成电振荡能持续任意长时间的振荡器。

无线电子管——这是一个把空气抽得很干净的玻璃泡或者金属壳体，其中有几个电极。在最简单的无线电子管中有三个电极：阴极、板极和

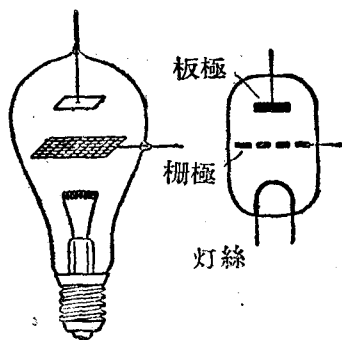


圖 2 無線电子管的構造。

所謂柵極(見圖2)。陰極是一根在灼熱時能發射大量電子的金屬絲。板極具有金屬圓筒或金屬板的形狀，在那上加有板極電池的正電壓。在電場的作用下，由陰極飛出的電子奔向板極，於是電流便開始流過電子管。

第三個電極——柵極處在陰極和板極之間，它是用細金屬絲卷成的一個螺旋綫。如果柵極上有電荷，那末柵極或者使通過電子管的電流增大，或者使它減小。由於這一點，跟陰極離得很近的柵極稱為控制柵極，改變控制柵極的電荷就能控制流過電子管的電流。

電子管的電極是這樣地接在振蕩回路上，以使回路能跟在其中所產生的振蕩相合拍地不斷獲得補償電損耗的能量。

電池和電子管的配合作用，跟掛鐘中不使鐘擺停止擺動的發條的作用相似。

無線電發生器中的振蕩頻率，取決於電容器的電容有多大以及電感綫圈的圈數有多少。改變這兩個數值，可以在1秒鐘內產生幾十萬次和幾百萬次的振蕩。

這樣一來，借助於無線電電子管和振蕩回路，能夠把板極電池中的直流能量變為高頻交流能量。但是，借助於一個電子管所得到的高頻交流電的能量，是非常小的。如果將這個高頻電流送進發射機的天綫，那末天綫幾乎並不輻射無線電波。

為了在無線電發射機的天綫中產生強大的高頻電流，常把電振蕩加以放大。為了這個目的，常使用在結構上有它的特点的、其他的無線電電子管。這種電子管稱為放大管，以資與振蕩管區別開。

當在放大管的控制柵極上加上微弱的電振蕩時，在這個放大管的板極電路中就能得到同一頻率的電振蕩，但是振蕩的“幅度”將增大為幾十倍。如果就連這樣還嫌不夠大，那末可以再

用一个放大管来加以放大等等。

在大型無線電台中，強大的電磁波是借助于往往具有水冷設備（為了散去多余的热量）的、高达一人多高的電子管來獲得的。

發射機的天綫所輻射的無線電波帶有能量。它們到達接收機天綫的金屬導綫以後，便將一部分能量傳給金屬中非常多的自由電子。就像擲入水中的石子所產生的水波傳近浮在水面上的軟木塞子的时候使它開始振動一樣，電子也重複電磁波的所有變化。這樣，在接收機的天綫中便出現了交流電，它的頻率隨傳到的無線電波的波長而定。

我們周圍的空間充滿了許多各種各樣的電磁波。因此，在無線電接收機的天綫中流動着大量各種各樣的電流。

無線電接收機的作用正在於，從出現在接收天綫中的大量電流中，只選出某一個一定的無線電台所產生的電流。

和發射機中一樣，接收機中最重要的部分也是振蕩回路。接收天綫就接在振蕩回路上。這個回路起着“篩子”的作用——它把除了回路所調諧的那個頻率以外的所有高頻電流都“篩”去。振蕩回路的調諧是用轉動電容器的轉軸的辦法來改變的，這樣我們就能接收各個無線電台。

所需的無線電波被“選出”以後，就把被選出的信號加以放大。和發射機中一樣，放大也是借助于無線電電子管來進行的。這些接收放大管的體積，只有發射機的大功率電子管的許多分之一。放大到所需大小的信號經過若干變換後，便迫使揚聲器發出聲音，或者使電報機動作^①。

① 關於怎樣產生和接收無線電波，在人民郵電出版社出版的“無線電”（白堅譯）一書中有更詳細的介紹。

無線電電子設備和其他電氣儀器所不同的在於：無線電電子設備的電路中一定有無線電電子管或者其他的電子器件——光電管、電子射綫管、半導體管等等。

上面曾經扼要地談過三極管，也就是由陰極、板極和控制柵極構成的電子管是怎樣工作的。在現代的無線電電路中，還使用更複雜的電子管，其中的柵極不是一個，而是兩個、三個或更多個。較複雜的電子管具有較好的技術特性。

如已經指出的，改變加在電子管控制柵極上的電壓，能引起電子管中流過的電流大小發生變化。必須指出這個現象的一個重要的特點：變化幾乎是立即完成的。而無線電電子管的巨大優點就在於此。只要在柵極上加上很大的負電壓，流過電子管的電流立刻停止，如果以後再加上正電壓，電流便又重新出現。

由於電子管能迅速地感受電信號極其微小的變化，因此常常把電子管稱為沒有慣性的繼電器，也就是它幾乎沒有慣性，並能立即感受工作狀態變化極其微小的設備。

無線電電子管綫路的這個特點，是現代技術中廣泛地採用電子學的一個原因。

電子儀器的應用

在無線電技術發展的六十多年內，制成了大量各種不同用途的無線電電子設備。任何巨大的、現代的設備都少不了要用電子管。例如，現代的重型飛機就有含有 1,000 個左右的各種無線電電子管和其他電真空器件的無線電裝置。在巨型軍艦上，電子管的數目要在 9,000 個以上，而且砲彈和魚雷的信管中的電子管還不算在內。現代飛機上的電子器件的價格幾乎就等於飛機本身的价格。

如果仔細地研究一下所有的無線電電子設備，那末可以就

它們的应用清楚地分成三个基本的类别，这相当于無綫电技术发展的三个基本方向。

所有的無綫电电子设备就它的应用來說，可以划分成下列三大类：

第一类是用作無綫电通信或者不用导綫將信号送往远处的無綫电电子设备。

借助于無綫电波来傳遞信号，能成功地用在無綫电广播、無綫电通信、电视、雷达、無綫电导航、無綫电天文学、無綫电气象学等等中。

第二类包括用来使各种物質灼热的無綫电电子设备。这些设备既不輻射無綫电波，也不接收無綫电波，它們所产生的高频能量变成了各种生产(冶金工業、木料加工工業和其他工業)中所需的热量。高频加热也广泛地用在医学上，作为一种医疗的方法。

因此，属于这类的無綫电电子设备中广泛地应用高频振荡器、波导管和其他純粹的“無綫电技术”元件。

属于第三类(最大的一类)無綫电电子设备的是各种檢查和測量仪器、计算机以及生产过程自动化和远距离控制机器的裝置中的电子设备。

这些设备的無綫电电路中都有电子管、光电管、电子射綫管和其他各种管子。这些电路既不在空間中激励無綫电波，也不是热源。但是在其中却广泛地应用着电磁振荡發生器、电子管放大器、整流器和其他的“無綫电技术”元件。这类無綫电电子设备的数量最多。

当然，無綫电电子设备这样来分类是十分勉强的，因为在現代的大功率無綫电广播设备中，含有大量用来檢查發射机各部分工作和保証它們的工作自动化的無綫电电路。雷达站、高

頻加熱裝置和其他的電子設備中也是這樣。

通信技術中的無線電電子學

幾百萬封電報

看不見的無線電綫路四通八達地佈滿了地球。其中一些綫路從北到南，將南北極工作者駐在地和“大陸”連接起來，其他的無線電綫路橫貫幾十個友好的國家，把迷失在遙遠的海洋中的許多艦船和祖國連系起來，另一些無線電綫路相反的，非常短，它們保證着山地居民與谷地上的區中心之間的不斷聯繫。

無線電通信在各方面都很方便：通信是不需要導綫而借助於電磁波來實現的。除此之外，它比其他各種形式的通信要便宜得多，並且既能和固定不動的物體建立通信，也能和運動着的物體實現通信。無線電通信還有許多其他的優點。

現代的無線電綫路是怎樣工作的？

最流行的無線電電報是借助於莫爾斯電碼來進行的。無線電發報台朝空間發射長短信號的組合。裝在接收處的、接在無線電接收機上的電報機，在這些信號的作用下而在紙條上畫出點和划。點和划的各種不同的組合，就表示一定的字母和單詞。

以前，莫爾斯電碼無論是沿着導綫發送也好，或者是用無線電來發送也好，都是借助於專門的發報電鍵用手來進行的。這種發報速度約每分鐘幾十個字。因為速度很低，所以能用耳朵來收報，並能立刻把它記下來。

除了這種方法以外，目前還採用另一種方法——有綫打字電報和無線打字電報。這是怎樣實現的呢？發報台的報務員在類似於普通的打字機的鍵盤上工作。只要報務員一按下某一字鍵，發射機的天綫便朝以太中送出一定的信號。在接收機上接

着同样的打字电报机，它能自动地在纸条上打出电文来。此后，便将这个纸条贴在电报纸上，送往收报人。这里不需要将点和划的符号电文译成文字电文。

在大型無線电电报局中，装备着更完善的电报机，自动装置代替了报务员的手指，它以极高的速度将事先准备好的电文拍发出去。发报的速度能提高许多倍。

無線电除了能发送無線电报外，还能实现司空见惯的無線电电话。将人们讲话的声音变成电信号，就能用無線电波把它载运到极远处，结果在接收处的特殊设备中就出现了一定的电信号，以后又把它变成声音。电话听筒或者扬声器则能准确地将在另一城市中人们对着送话器讲的一切重发出来。

近几年来，为了实现無線电通信，愈来愈广泛地使用波长为几米和甚至几分米的無線电波，这种波称为超短波。

超短波像光波一样，是直线传播的。因此，借助于超短波，通常只能实现直线视距以内的通信。为了增加通信距离，常建造许多中间的收发站。

一连串無線电收发站就构成了無線电接力通信线路。设在各个居民点的终端站和用户或者自动电话交换机相连接，而中间站则用来接收信号和再把它发送出去（转发）。各站之间相隔的距离大约为 40 公里到 60 公里，或者更多一些，这要根据地面的起伏情况而定。

为了增加电话的路数，無線电接力线路装备着特殊的“复用”机件，它使我们能在一个無線电信道中传送多达 600 路电话，而在 6 个信道的情况下可以传送 2,400 路电话和两个电视节目。無線电接力线路可以保证可靠的通信，而且跟季节、气候和天气无关。

这种通信的优点是最近十年来無線电接力线路得到广泛应